

Wolfgang Pluschkell

Institut für Eisenhüttenkunde und Gießereiwesen der TU Clausthal

"Stahlindustrie in der Bundesrepublik Deutschland:
Wirtschaftsdaten und Produktionstechnik"

- Eine Einführung

Stahl hat weltweit Industriegeschichte gemacht,

Stahl hat sein Jahrhundert gehabt,

Stahl ist heute eine sterbende Branche.

Dieses Bild verbreiten die Medien,
so äußern sich glaubenssichere Sachverständige,
dies sind die Vorstellungen einer breiten Öffentlichkeit.

In der Tat: Die Zeiten haben sich geändert: Stahl ist nicht mehr die bestimmende Branche der heutigen Industriegesellschaft. Ist Stahl aber ein sterbender Bereich? Um genaueres zu erfahren, soll in den folgenden Ausführungen über Wirtschaftsdaten und die gegenwärtige Produktionstechnik der deutschen

Stahlindustrie im Überblick berichtet werden. Es entwickelt sich dabei ein Bild, das mit den obigen Anmerkungen keineswegs übereinstimmt. Stahl ist nämlich ein moderner Werkstoff. Hochentwickelte Länder wie die Bundesrepublik Deutschland werden auf Stahl auch im 21. Jahrhundert nicht verzichten können.

Daten der Stahlwirtschaft

Bild 1 zeigt im oberen Teil die Entwicklung der Stahlerzeugung weltweit. Bei leicht ansteigender Tendenz wurden 1993 rd. 728 Mio t Rohstahl erzeugt. Die Stahlerzeugung in der BRD zeigt im unteren Bildteil ein schwankendes Niveau, hat sich aber seit 1982 um einen Mittelwert von rd. 39 Mio t pro Jahr stabilisiert. Es sei hier besonders darauf hingewiesen, daß der Anteil stranggegossener Stahlgüten fast 95% erreicht hat. Dieser Wert ist kennzeichnend für eine anlagentechnisch erstklassig ausgestattete Stahlindustrie.

Aus Bild 2 geht hervor, daß der Anteil Deutschlands an der weltweiten Rohstahlerzeugung rd. 5,2% beträgt, das ist der 5. Platz in deutlichem Abstand zu den Branchenriesen Japan, GUS-Staaten, China und den USA. Japan behauptet seit Jahren den 1. Rang. Es scheint auch nicht gewillt, diese Position zu räumen. Diese Situation sollte zu vertieftem Nachdenken über "alte" und "neue" Industrien Anlaß geben.

Die Export/Import-Bilanz für Halbzeug und Fertigprodukte aus Stahl ergibt für die BRD im Jahre 1992 folgendes Bild:

18,9 Mio t Export

17,8 Mio t Import,

das ist ein Exportüberschuß von 1,1 Mio t. Die Zahlen belegen: In diesem Land herrscht auf dem Stahlsektor ein harter Wettbewerb.

Der Umsatz der Stahlindustrie (eisenschaffende Industrie) in der BRD beträgt jährlich rd. 48 Mrd. DM. Die Anzahl der Beschäftigten ist heute etwa 118 000. Im Jahr 1974 war die Beschäftigungszahl 460 000; also eine Reduktion der Belegschaften auf rd. ein Viertel in zwanzig Jahren. Die Gesamtinvestitionen der deutschen Stahlindustrie betrugen im dreijährigen Mittel rd. 2,1 Mrd. DM pro anno. Bild 3 zeigt einen Vergleich der Branchen "eisenschaffende Industrie" und "Chemie".

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs von 1970 bis 1990 geht aus Bild 4 hervor. Kennzeichnend ist der stetig wachsende Energieverbrauch im Sektor Verkehr. In der Industrie insgesamt ist der Verbrauch von 90 Mio t SKE trotz Wachstums auf weniger als 80 Mio t SKE gesunken. Dieselbe erfreuliche Tendenz zeigt sich auch in der Stahlindustrie: 1970 ein Verbrauch von 30 Mio t SKE bei 45 Mio t Stahlproduktion, 1989 ein Verbrauch von 21 Mio t SKE bei 41 Mio t Produktion. Die vorgelegten Zahlen fordern zu zwei Bemerkungen heraus:

- Die eisenschaffende Industrie hat einen großen Beitrag zur Verminderung des Energieverbrauchs geleistet.
- Die Stahlbranche ist mit rd. 22% am Energieverbrauch der Gesamtindustrie beteiligt. Aus dieser Situation erwächst der Stahlindustrie im Rahmen "Sustainability" eine besondere Verpflichtung, alle Anstrengungen auf eine weitere Verminderung des Energieverbrauchs zu richten.

Wenn wir uns jetzt mit den Umrissen der Produktionstechnik in der Stahlindustrie befassen, so zeigt Bild 5 zwei unterschiedliche, sich ergänzende Verfahrenslinien:

- Die Verfahrenslinie 1 beginnt beim Eisenerz, läuft über den Hochofen, die Sauerstoffblasverfahren, die Sekundärmetallurgie und das Stranggießen. Die Verarbeitungslinien der Walzverfahren und der Oberflächenbeschichtung bilden den Abschluß. Diese Verfahrenslinie ist infolge der geringen Begleitelementkonzentration im Stahl prädestiniert für die Erzeugung von Flachprodukten, also Bandstahl.
- Die Verfahrenslinie 2 beginnt mit dem Einschmelzen von Stahlschrott im Elektrolichtbogenofen. Es folgen in der Regel Knüppelstranggießanlagen und Walzstraßen zur Erzeugung von Langprodukten. Mit der Verarbeitung von Schrott leistet die Stahlindustrie für das Ziel "Sustainability" einen herausragenden Beitrag.

Die 1. Verfahrenslinie entspricht dem integrierten Hüttenwerk mit einer Jahreserzeugung von mehr als 4 Mio t. Die 2. Verfahrenslinie bildet das heute viel diskutierte "Mini"-Stahlwerk mit einer Jahreserzeugung von etwa 1 Mio t ab. Integrierte Hüttenwerke erzeugen auch Langprodukte. Den "Mini"-Stahlwerken ist dagegen der Markt der Flachprodukte verschlossen. Begleitelemente im Schrott sind die Ursache für diese Schranke. Die Entwicklung neuer Verfahren

kann diese Schranke jedoch zumindest zum Teil beseitigen. Hierüber wird im letzten Vortrag die Rede sein. Der Anteil der Flachprodukte an der Gesamtstahlerzeugung ist in der BRD rd. 60%. Dieser Wert ist kennzeichnend für ein hochindustrialisiertes Land.

Die folgenden Ausführungen befassen sich mit sechs charakteristischen Produktionsstufen der Stahlindustrie. Dabei soll der technische Stand der Stahlbranche in der BRD herausgearbeitet werden.

Hochofen und Hochofenprozeß

In der BRD werden heute 20 Hochöfen betrieben mit einer durchschnittlichen Produktionsleistung von 1,5 Mio t flüssigem Roheisen pro Jahr und Anlageneinheit. Die Kennzeichen des Verfahrens sind in Bild 6 zusammengetragen. Das energetisch als Schwachgas einzustufende Hochofengichtgas wird zum Teil zur Vorwärmung der Verbrennungsluft (Heißwind) benutzt. Für den thermischen Reduktionsprozeß beträgt das Minimum im Koksbedarf rd. 430 kg je t RE flüssig. Dieser Wert ist zu vergleichen mit aktuellen Verbrauchswerten von rd. 470 kg. Der Wirkungsgrad von mehr als 90% weist den modernen Hochofen als energietechnisch hocheffiziente Anlage aus.

Bild 7 zeigt Daten der beiden neuen Hochöfen in Duisburg und Salzgitter. Hinzuzuweisen ist auf die letzte Zeile, aus der das Investitionsvolumen und der anteilige Aufwand für den Umweltschutz hervorgehen. Moderne Hochöfen weisen gewaltige Produktionsleistungen aus (10.000 t RE/Tag = 12 m³-Kubus). Neubauten haben zur Folge, daß zahlreiche Altanlagen demontiert werden können. Gelegentlich dienen Altanlagen auch als nostalgische Industriedenkmale (Völklingen, Hamborn). Um einen Eindruck zu vermitteln, sind in Bild 8 die Veränderungen in der Roheisenproduktion bei der Thyssen Stahl AG in Duisburg dargestellt.

Rohstahlerzeugung auf Roheisenbasis

Bild 9 zeigt den Konverter als Dispersions-/Emulsionsreaktor. Durch Aufblasen von Sauerstoff auf Roheisen (LD-Verfahren) oder Durchblasen von Sauerstoff durch Roheisen (OBM-Verfahren) werden überschüssiger Kohlenstoff und andere Begleitelemente in exothermer Reaktion oxidiert. Zwischen den Grundverfahren bestehen zahlreiche Übergangsvarianten, sog. Hybridverfahren. Hinge-

wiesen sei auf die Stickstoff/Argon-Bodenspülung zur Beschleunigung und Steuerung der Reaktionen beim LD-Verfahren.

Nach Bild 10 können mit der Überschußenergie der Oxidationsreaktionen im Mittel 210 kg Schrott je t Rohstahl mit eingeschmolzen werden. Die Produktionsleistungen liegen bei maximal 650 t je Stunde. Die Jahresproduktion des LD-Konverterstahlwerkes Bruckhausen beträgt bei zwei Konvertern mit 380 t Abstichgewicht mehr als 3,1 Mio t Rohstahl, siehe Bild 11.

Bild 12 zeigt die Anlage zur Konditionierung des überwiegend aus Kohlenmonoxid bestehenden, rd. 1600°C heißen Konverter-Abgases: Dampfkessel, Grobentstaubung, Verdampfungskühlung, Elektro-Feinfilter, Gassammelbehälter. Der rd. 7 m hohe Konverter ist ein Zwerg im Vergleich zu den Anlagen der Abgaskonditionierung und der Emissionsvermeidung.

Rohstahlerzeugung auf Schrottbasis

Die Grundinformationen der Rohstahlerzeugung auf Schrottbasis sind in Bild 13 dargestellt. Der Elektrolichtbogenofen ist der typische Einschmelzreaktor von "Mini"-Stahlwerken. Bild 14 zeigt das Schema eines 110 t Drehstromofens. Als Obergrenze gelten z.Zt. rd. 7500 bis 8000 Schmelzen je Jahr. Bei einem Abstichgewicht von 125 t ergibt sich daraus eine Jahresproduktion von rd. 1 Mio t Rohstahl.

Die installierte elektrische Leistung beträgt nach Bild 15 maximal 1 MW je t Abstichgewicht; es handelt sich hierbei um sog. UHP-Öfen (Ultra High Power). In der BRD werden z.Zt. 28 Drehstromlichtbogenöfen betrieben, siehe Bild 15 oberer Teil. Die Elektrostahlerzeugung betrug 1992 rd. 9,1 Mio t, das sind rd. 23% der Gesamtproduktion. Im Vergleich zu der Situation in den anderen Ländern der europäischen Union hat die BRD eine zu geringe Elektrostahlproduktion. Bei den im Bau befindlichen Neuanlagen handelt es sich überwiegend um Elektrostahlwerke mit Gleichstromöfen (s. Beitrag von cand. ing. H.G. Vanik).

Stranggießen von Stahl

Die Idee von Junghans, das Stranggießen von Metallschmelzen mit einer oszillierenden, wassergekühlten Kupferkokille zu bewerkstelligen, führte nach lang-

wierigen Entwicklungen zu der heutigen Stranggießtechnik. Bild 16 zeigt das Schema einer Brammenstranggießanlage. Das Puffervolumen des Verteiler-Zwischengefäßes und die Drehturmleinrichtung ermöglichen einen kontinuierlichen Gießprozeß mit Sequenzlängen von mehr als 1000 Schmelzen. Im Vergleich zum konventionellen Blockguß steigt das Metallausbringen beim Stranggießen um rd. 14%. Die Einführung des Stranggießens stellte einen qualitativen Sprung in der Stahlproduktionstechnik dar. Die 14%ige Erhöhung des Ausbringens bedeutete für die BRD die Einsparung eines ganzen integrierten Hüttenwerkes mit einer Jahresleistung von 6 Mio t. Der Beitrag zur "Sustainability" ist unmittelbar evident.

In Bild 17 sind Aspekte des "solidification processing" aufgeführt. Hingewiesen sei auf die unterschiedlichen Gießformate. Der deutsche Anlagenbau ist weltweit führend in der Stranggießtechnik; hierzu hat die enge Kooperation zwischen Stahlbranche und Maschinenbau beigetragen. Die Produktivität von Brammenanlagen mit zwei Strängen ist in Bild 18 vergleichend dargestellt. Neue Entwicklungen hatten erhöhte Gießgeschwindigkeiten zum Ziel.

Warmwalzen von Bandstahl

In der BRD sind sechs Warmbreitbandstraßen mit einer Gesamtproduktion von rd. 20 Mio t in Betrieb. Bei einer Ausgangsdicke der Brammen von rd. 220 mm werden Bänder im Dickenbereich von 1,5 mm bis 20 mm und Breiten bis 2000 mm gewalzt. Stranggießanlage und Warmwalzwerk sind in der Regel nach dem Konzept des "Heißeinsatzes" miteinander verbunden. Nach Bild 19 besteht die Vorstraße aus einem Reversiergerüst, die Fertigstraße aus sieben Quarto-Durchlaufgerüsten. Die Walzendgeschwindigkeit kann bis 15 ms^{-1} betragen.

Die Dickenabnahme in den Walzgerüsten und die Temperaturführung während des Walzens auf der Kühlstrecke und beim Coil-Wickelprozess bestimmen die Gebrauchseigenschaften des fertigen Warmbandes. Bild 20 zeigt die Auslegung der Warmbreitbandstraße der Preussag Stahl AG in Salzgitter. Ständig fallende Walztemperaturen erfordern den Vorhalt sehr großer Antriebsleistungen. Warmbreitbandstraßen sind vollgestopft mit High-Tech Mechanik, Elektrotechnik, Meß- und Regelungstechnik. Neuanlagen erfordern Investitionsmittel in der Höhe von 1 Mrd. DM.

Veredelung von Bandstahl

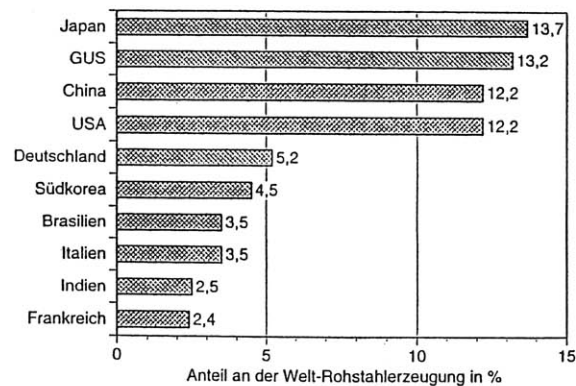
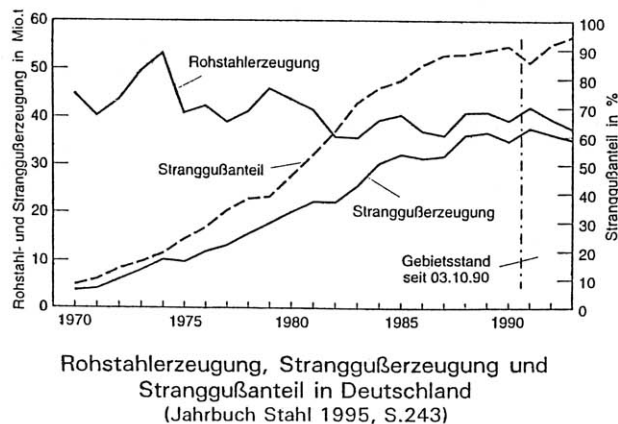
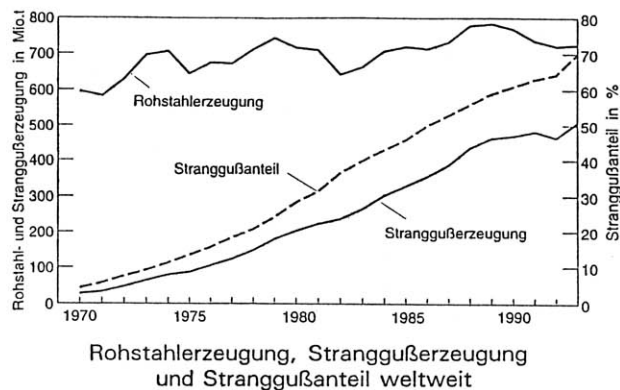
Die BRD ist gemeinsam mit Japan führend auf dem Gebiet der Veredelung von Stahl durch metallische Überzüge und organische Beschichtungen. Der Anteil dieser Produktgruppe nimmt laufend zu und hat heute in der BRD rd. 56% der Feinblecherzeugung erreicht (das sind rd. 3 Mio t pro Jahr).

Bild 21 ist das Schema einer elektrolytischen Verzinkungsanlage. Mächtige Einlauf- und Auslaufvorratsspeicher ermöglichen den kontinuierlichen Betrieb derartiger Anlagen.

In Bild 22 sind die elektrolytischen Veredelungsverfahren sowie die Schmelztauch-Verfahren zusammengestellt. Letztere Verfahren zeigen eine aufstrebende Tendenz. Hinzu treten Anlagen zum Aufbringen organischer Schutz- und Dekorationsschichten, sowie Bandprofilier-Fertigungsstraßen. Hingewiesen sei schließlich auch auf die Kontiglühanlagen, die infolge der kurzen Durchlaufzeiten die Herstellung neuartiger Stahlsorten erlauben.

Zusammenfassung

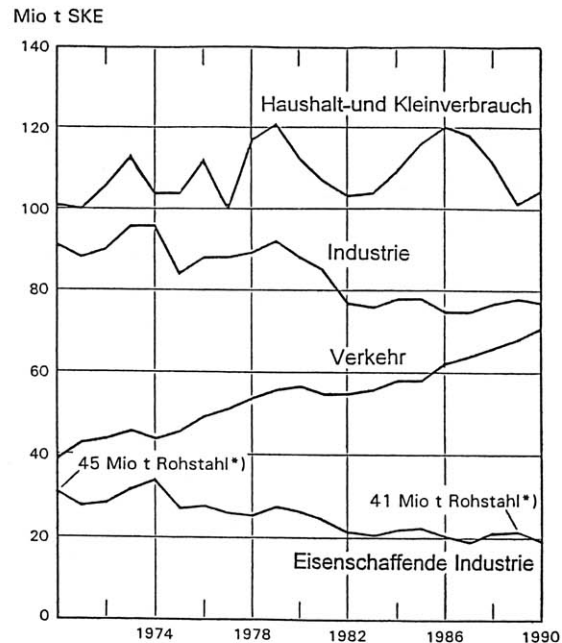
- Die deutsche Stahlindustrie ist entgegen der allgemeinen Einschätzung eine technisch bestens ausgerüstete Branche. Diese Position wurzelt in einer traditionellen Kooperation mit dem Anlagen- und Maschinenbau.
- Die Stahlindustrie dieses Landes ist gleichzeitig Partner der stahlverarbeitenden Industrie. Die Entwicklung neuer Stahlqualitäten wird maßgeblich beeinflusst von den Entwicklungsaktivitäten der Stahlverarbeiter. Hingewiesen sei auf das "Simultaneous Engineering" auf dem Gebiet des Fahrzeugbaus.
- Nachhaltige Verbesserungen im Umweltschutz benötigen heute sehr große Investitionssummen; die Unternehmen müssen in der Lage sein, diese Mittel aus den Erlösen aufzubringen.
- Qualitative Sprünge in der Produktionstechnik sind nicht alle Jahre zu erwarten. Um so bedeutsamer ist das Feld der kontinuierlichen Verbesserung der bestehenden Prozeßtechnik hinsichtlich der Reduktion von Energieverbrauch und Emissionen. Die deutsche Stahlindustrie hat auf diesem Gebiet große Erfolge vorzuweisen.



Die 10 größten Rohstahl-Erzeugerländer 1993
(Jahrbuch Stahl 1995, S.191)

	Eisenschaffende Industrie	Chemie	Faktor Chemie zu Stahl
Beschäftigte	118000 (Ende 1994)	531000 (1994)	4,5
Umsatz (Mrd. DM pro Jahr)	rd. 48 (1994)	174 (1994)	3,6
Investitionen (Mrd. DM pro Jahr)	2,5 (1991)	11,2 (1991)	4,5

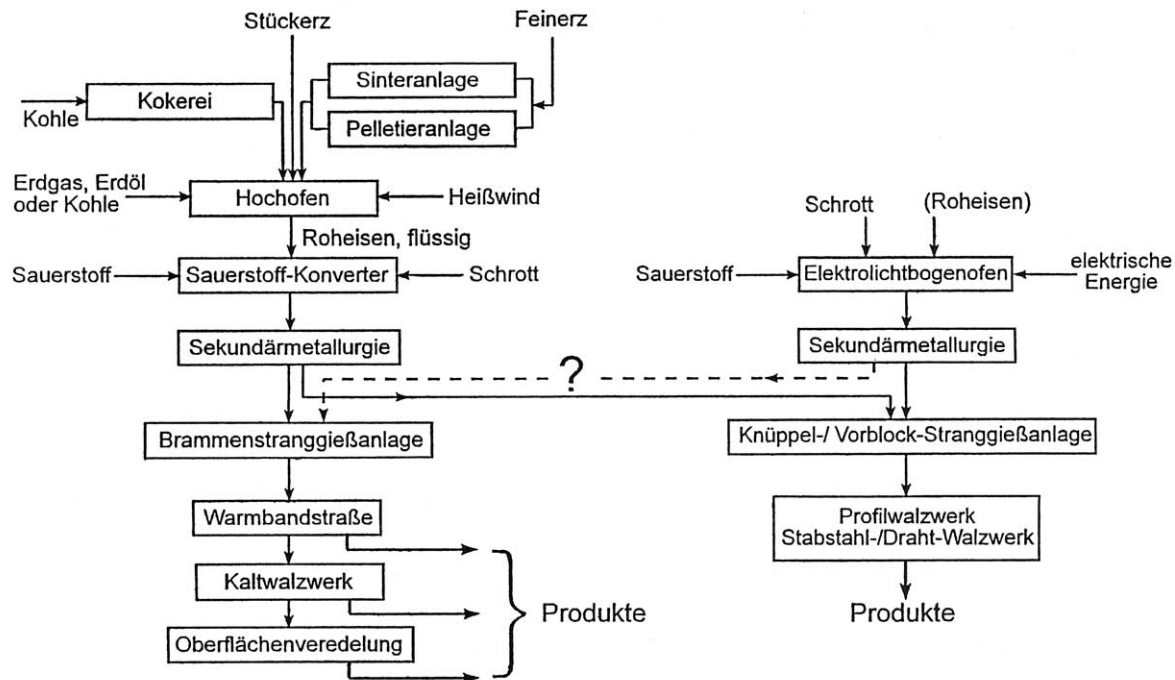
Wirtschaftsdaten "Stahl" und "Chemie" im Vergleich

Bild 3

*) eigene Ergänzungen

Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Stahlindustrie
und anderer Bereiche in Deutschland
seit 1970 (alte Bundesländer)
(nach Aichinger, H.M.: Kontaktstudium Metallurgie,
Goslar-Hahnenklee 1994)

Bild 4



Verfahrenswege der Stahlerzeugung

Bild 5

Hochofenverfahren

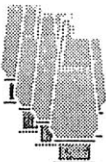


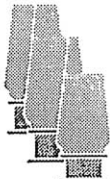
- Reduktion von Eisenerz zu flüssigem Roheisen im Gegenstromverfahren; quasi-kontinuierlicher Prozeß
- Einsatz:
 Agglomeriertes Eisenerz
 (Sinter, Pellets)
 Stückerz
 Brechkoks } (rd. 470 kg/t RE) } Abgesiebt
 Öl / Kohle } Kornband
 Heißwind (bis 1250°C)
- Produkte:
 Hochofengichtgas (rd. 1700 m³(STP)/t RE;)
 (rd. 4000 kJ/m³(STP))
 Hochofenschlacke (rd. 260 kg/t RE)
 Roheisen (flüssig; rd. 1430 °C)
- Einfuhr von Eisenerzen 1992: 40,7 Mio t
- Roheisen-Erzeugung 1992:
 Welt 494 Mio t
 BRD 29 " (5,9%)

	Thyssen Stahl AG Schwelgern II	Preussag Stahl AG Hochofen B
Inbetriebnahme	1993	1994
Technische Daten		
- Gestelldurchmesser	14,9 m	11,2 m
- Nutzvolumen	4.800 m ³	2.510 m ³
- Blasformen	42 Stück	30 Stück
- Heißwindstrom	500.000 m ³ h ⁻¹ (STP) 1.200°C	275.000 m ³ h ⁻¹ (STP) 1.250°C
- Gichtgasstrom	750.000 m ³ h ⁻¹ (STP)	385.000 m ³ h ⁻¹ (STP)
- Druck an der Gicht	3,5 bar (abs)	3,4 bar (abs)
- Leistung der Gicht- gasentspannungs- turbine	25 MW	(nur bei Hochofen A installiert)
Durchsatz u. Leistung		
- Möller	17.000 t pd	10.000 t pd
- Koks	3.000 t pd	2.300 t pd
- Kohle	2.000 t pd	
- Öl		480 t pd
- Roheisen	10.600 t pd 3,7 Mio t pa	6.000 t pd 2,1 Mio t pa
Energiebedarf (Reduktion, Aufkoh- lung, Brennstoff)	290 kg/t RE Koks 190 kg/t RE Kohle	375 kg/t RE Koks 80 kg/t RE Öl
Investitionen		
- Gesamtinvestment	780 Mio DM	470 Mio DM
- Anteil Umweltschutz	30 %	30 %

Bild 6

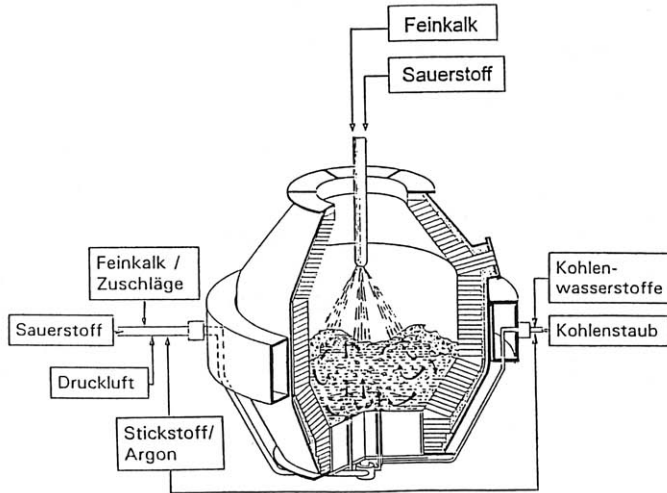
Daten moderner Hochofenanlagen

Bild 7

Jahr	1960	1980	1990	1994
				
Hochöfen	31	15	10	4
Kapazität in Mio. t/Jahr	10	13,9	12,1	10,1

Hochöfen bei Thyssen Stahl

(nach Schulz, E.: Handelsblatt-Konferenz 18.10.1994, Düsseldorf)



Schematische Darstellung der Konverterverfahren zur Rohstahlerzeugung
(Klöckner-CRA-Firmenschrift 1984)

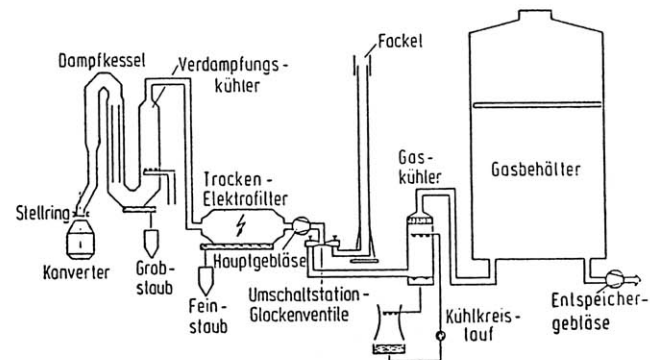
Bild 9

Rohstahlerzeugung auf Roheisenbasis

- Chargenweise, diskontinuierlicher Konverterprozeß
- Oxidation der im flüssigen Roheisen gelösten Begleitelemente
 - Kohlenstoff
 - Silicium
 - Phosphor
 - Mangan
 mit technisch reinem Sauerstoff zu CO und den Schlackenkomponenten SiO_2 , P_2O_5 und MnO .
- LD-Verfahren: Aufblasen von Sauerstoff
OBM-Verfahren: Durchblasen von Sauerstoff
Zahlreiche Hybridprozesse
- Einschmelzen von Schrott mit Überschußenergie der Oxidationsreaktionen.
Typischer Schrottsatz: 210 kg/t Rohstahl
Erhöhung des Schrottsatzes durch Injektion von Kohle.
- Bei umfangreicher Sekundärmetallurgie Abstichtemperaturen bis 1700°C .
- Produktionsleistungen bis zu 650 t je Stunde.

Bild 10

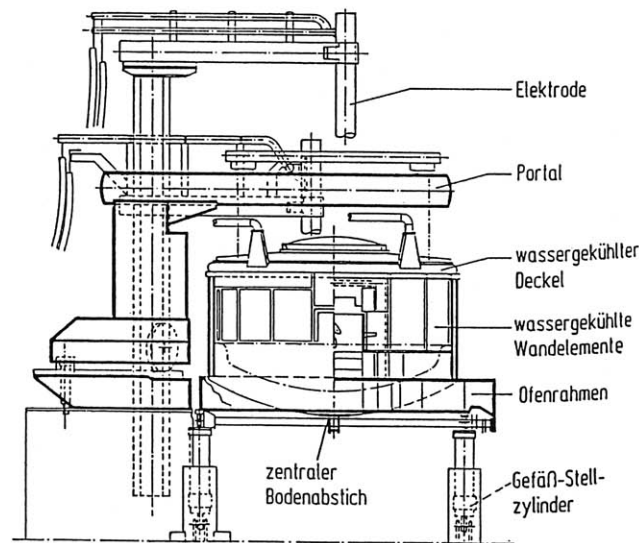
LD-Konverterstahlwerk Bruckhausen Thyssen Stahl AG	
Baujahr	1969
Nachrüstungen	1980/81
Anzahl der Konverter	2
Abstichgewicht	380 t
Konvertervolumen	237 m ³
max. Sauerstoffblasrate	1.100 m ³ (STP) min ⁻¹
Schmelzenfolgezeit	35 min
Blaszeit	18 min
Raum/Zeit-Ausbeute	5,3 (2,7) t m ⁻³ h ⁻¹
Jahresproduktion	8.200 (10.000) Chargen
	3,1 (3,8) Mio t



Trockenentstaubung (Elektrofilter)
und Konvertergasgewinnung
(Thyssen-Lurgi-Stahlgasverfahren)
(nach Aichinger, H.M.; u.a.:
Stahl u. Eisen 108 (1988), Nr. 8, S. 645/54)

Rohstahlerzeugung auf Schrottbasis

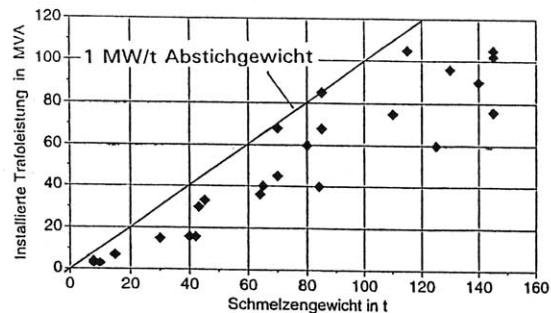
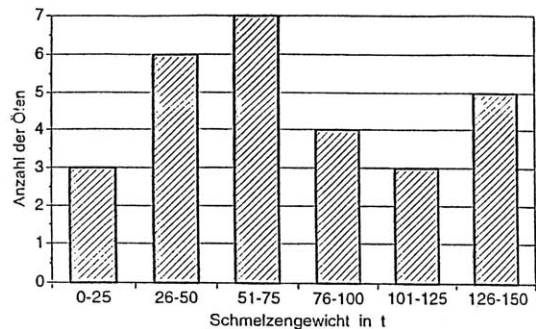
- Chargenweise, diskontinuierlicher Elektroofenprozeß
- Drehstromlichtbogenofen als Einschmelzreaktor für Schrott
(auch: kontinuierliche Zugabe kleinstückiger Eisenträger; z.B. "direkt" reduziertes Eisen)
- UHP-Öfen (Ultra-High-Power)
mit installierter elektrischer Leistung bis 1 MW je Tonne Abstichgewicht
- In der Oxidationsperiode Injektion von Sauerstoff in die Stahlschmelze
- Pneumatische Förderung von Feinkohle, Kalk, Dolomit
- Typischer Schmelzreaktor von "Mini"-Stahlwerken



110-t-Lichtbogenofen mit Bodenabstich, feststehendem Portal und wassergekühlten Gefäßelementen
(nach Behrens, K.F.; u.a.: Stahl u. Eisen 103 (1983), Nr.24, S. 1263/66)

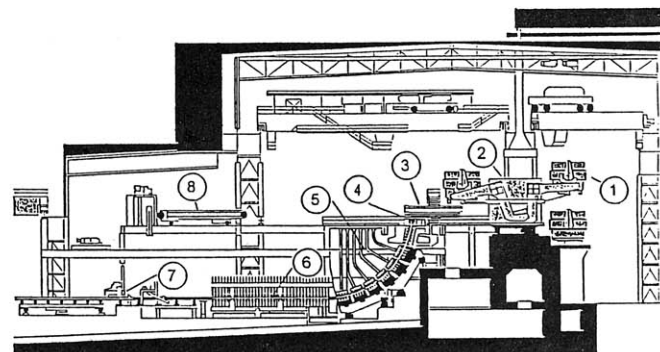
Bild 13

Bild 14



Elektrolichtbogenöfen in der Bundesrepublik Deutschland
(nach Zörcher, H.: Stahl u. Eisen 114 (1994), Nr.4, S.75/80)

Bild 15



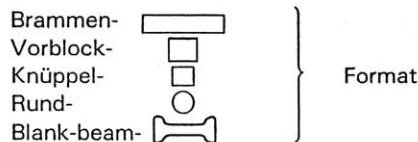
- | | | |
|---------------|----------------------|-------------------|
| 1 - Pfanne | 5 - Rollengerüst mit | 7 - Brennschneid- |
| 2 - Drehturm | Sekundär- | maschine |
| 3 - Verteiler | kühlung | 8 - Kaltstrang |
| 4 - Kokille | 6 - Auslaufbereich | |

Schema einer Brammenstranggießanlage

Bild 16

Stranggießen von Stahl

- Erstarrung von Stahlschmelzen auf Stranggießanlagen zu



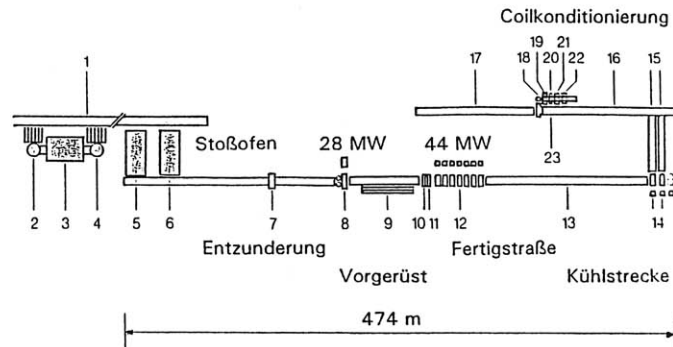
- Primärkühlung in wassergekühlter, oszillierender Kupferkokille.
Sekundärkühlung mit Spritzwasserbeaufschlagung.
- Nach Einführung des Sequenz- und Verbundgießens sowie der Format-Verstellung quasi-kontinuierlicher Prozeß.
- 95% Stranggußanteil erreicht; Rest von 5% ist Blockguß für große Schmiedestücke und Grobbleche in Sonderabmessungen.
- Deutscher Anlagenbau weltweit führend in der Stranggießtechnik.

	Thyssen Bruckhausen	NKK Fukuyama	SMI Kashima
Kalendermonat	Juni 93	Mai 93	Jan 93
Monatserzeugung	252.000 t	296.000 t	318.000 t
Anzahl der Chargen	684	959	1161
Schmelzengewicht	369 t	309 t	274 t
Format-Dicke	218 mm	220 mm	265 mm
mittlere Format-Breite	2.189 mm	1.150 mm	1.301 mm
mittlere Gießgeschwindigkeit	1,0 m min ⁻¹	2,1 m min ⁻¹	1,5 m min ⁻¹

Produktivität leistungsstarker Brammenstranggießanlagen
(nach Dauby, P.H.; priv. Mitt. Dez 1993)

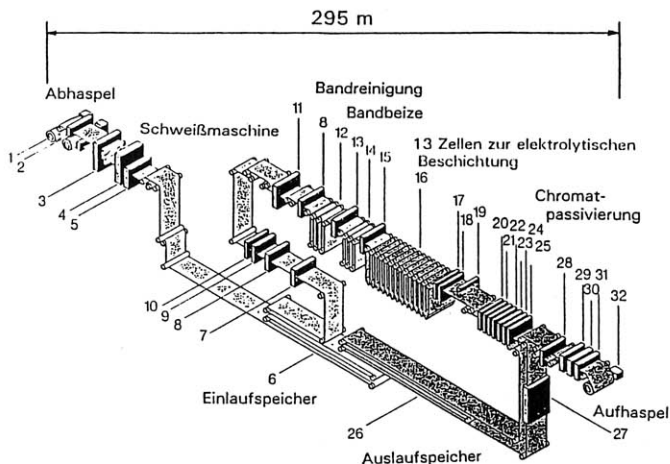
Warmwalzen von Band

- Bundesrepublik Deutschland:
6 Warmbreitbandstraßen
20 Mio t/a Erzeugung
- Vorstraße: Quarto-Reversiergerüst
bis 28 MW installierte Leistung
40 - 50 mm Vorbanddicke
- Fertigstraße: 7 Durchlauf-Quarto-Gerüste
bis 55 MW installierte Leistung
600 - 2000 mm Bandbreite
1,25 - 22 mm Banddicke
> 18 kg/mm Ringgewicht
- Ziehtemperatur: rd. 1250°C
Walzendtemperaturen bis zu rd. 700°C
Thermomechanisches Walzen
Profil- und Planheitsregelungssysteme
Speed-up bis 15 m s⁻¹
- Schwer umformbare Stahlgüten (rd. 20%)
Si-legierte Stähle für Elektroblech
Nichtrostende Stähle
Mikrolegierte Stähle
- Einfach umformbare Stahlgüten (rd. 80%)
Weiche, unlegierte Stähle
- Diskontinuierlicher, periodischer Prozeß
wegen Unvereinbarkeit von Gießgeschwindigkeit und Walzgeschwindigkeit



- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 - Vorbrammen-zufuhrrollgang | 8 - Vorgerüst | 17 - Muldenhubbalken |
| 2 - Eintragmaschine mit Drehscheibe | 9 - Zwischenrollgang | 18 - Höckerhubbalken |
| 3 - Vorbrammen-vorwärmanlage | 10 - Schopfschere | 19 - Schopf- und Probenschere |
| 4 - Austragmaschine mit Drehscheibe | 11 - Preßwasser-entzunderung | 20 - Coilaußenumreifung |
| 5 - Stoßofen Nr. 4 | 12 - Fertigstafel | 21 - Umreifung durch das Coillauge |
| 6 - Stoßofen Nr. 3 | 13 - Auslaufrollgang / Bandkühlung | 22 - Fertigcoillwaage |
| 7 - Preßwasser-entzunderung | 14 - Unterflurhaspel | 23 - Rohbündelwaage |
| | 15 - Coillquertransporte | |
| | 16 - Coillängstransport | |

Lageplan der Warmbreitbandstraße der
Preussag Stahl AG in Salzgitter



- | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|
| 1 - Abhaspel | 14 - Beize | 24 - Spülung |
| 2 - Richtmaschine | 15 - Spülung | 25 - Trockner |
| 3 - Doppelkopfschere | 16 - elektrolytische Beschichtung mit 13 Zellen | 26 - Auslaufspeicher |
| 4 - Schweißmaschine | 17 - Spülung | 27 - Oberflächeninspektion |
| 5 - Kantenglätter | 18 - Trockner | 28 - Besäumschere |
| 6 - Einlaufspeicher | 19 - Schichtdickenmessung | 29 - Stempelmachine |
| 7 - Spritzentfettung | 20 - Aktivierung | 30 - elektrostatischer Öler |
| 8 - Bürstmaschine | 21 - Phosphatierung | 31 - Trennschere |
| 9 - Spülung | 22 - Spülung | 32 - Aufhaspel |
| 10 - Trockner | 23 - Chromatpassivierung | |
| 11 - Streckrichter | | |
| 12 - elektrolytische Entfettung | | |
| 13 - Spülung | | |

Anlage zur elektrolytischen Verzinkung von Bandstahl
Preussag Stahl AG, Salzgitter

Bild 21

Verfahren zur Veredelung von Bandstahl

1. Haubenglühöfen und Durchlaufglühöfen (Kontiglühn) zur thermischen / reaktiven Nachbehandlung
2. Anlagen zur Beschichtung von Stahlband mit metallischen Überzügen
 - Elektrolytische Verfahren
 - Zink
 - Chrom
 - Nickel
 - Zinn
 - Blei
 - Mehrfachschichten
 - Schmelztauch-Verfahren
 - Zink
 - Zink / Aluminium
 - Aluminium
 - Aufdampfverfahren
 - Zink
3. Anlagen zum Aufbringen organischer Schichten
4. Bandprofilier-Fertigungsstraßen

In der BRD wird rd. 30% des erzeugten Bandstahles oberflächenveredelt.

Bild 22